

PENGARUH SUDUT *CHAMFER MALE – FEMALE* DAN TEKATAN GESEK PADA PROSES *FRICTION WELDING* BAJA KARBON S45C TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO

Andre Setyawan Al Faruq

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: andrefaruq16050524027@mhs.unesa.ac.id

Akhmad Hafizh Ainur Rasyid

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: akhmadrasyid@unesa.ac.id

Abstrak

Semakin meningkatnya fenomena kegagalan dalam komponen mesin *roll* terutama pada komponen *as sink roll* sehingga menyebabkan kerugian. Kegagalan tersebut disebabkan karena penyambungan komponen *as sink roll* menggunakan pengelasan SMAW. Namun pengelasan benda pejal lebih tepat menggunakan pengelasan gesek, pengelasan SMAW lebih tepat digunakan untuk benda datar. Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan proses pengelasan yang menggunakan energi panas akibat dari gesekan dan gaya penekanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *chamfer male-female* dan tekanan gesek pada proses *friction welding* baja karbon S45C terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro. Pada penelitian ini dilakukan pengelasan gesek dengan memvariasikan bentuk *chamfer male-female* 0° dan 30° pada permukaan benda kerja dan memvariasikan tekanan gesek sebesar 1,757 Mpa dan 2,757 Mpa yang dianalisa sifat mekaniknya melalui kekuatan tarik dan struktur mikro. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa pemberian sudut *chamfer male-female* dan tekanan gesek dapat meningkatkan hasil kekuatan tarik. Nilai kekuatan tarik tertinggi didapat pada variasi sudut *chamfer* 30° dan tekanan gesek 2,757 yaitu sebesar 690,576 Mpa. Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah didapat pada variasi sudut *chamfer* 0° dan tekanan gesek 1,757 Mpa yaitu sebesar 549,739 Mpa. Hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bahwa pemberian sudut *chamfer male-female* dan tekanan gesek berpengaruh terhadap struktur mikro. Pada variasi sudut *chamfer* 30° dan tekanan gesek 2,757 Mpa terdapat fasa ferit yang berukuran kecil dan fasa perlit yang berukuran sangat besar. Sedangkan pada variasi sudut *chamfer* 0° dan tekanan gesek 1,757 Mpa ditemukan fasa ferit dan perlit yang berukuran sama.

Kata Kunci: *Friction Welding*, Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, Sudut *Chamfer*, Tekanan Gesek.

Abstract

The increasing failure phenomenon in roll machine components, especially in the *as-sink roll* components, causes losses. This failure was caused by connecting the *sink roll* components using SMAW welding. However, solid object welding is more appropriate using friction welding, SMAW welding is more appropriate for flat objects. Friction welding is a welding process that uses heat energy as a result of friction and pressure. This study aims to determine the effect of male-female chamfer and friction pressure on the S45C carbon steel friction welding process on tensile strength and microstructure. In this study, friction welding was carried out by varying the shape of the male-female chamfer 0 ° and 30 ° on the surface of the workpiece and varying the frictional pressure of 1.757 Mpa and 2.757 Mpa which were analyzed for their mechanical properties through tensile strength and microstructure. The tensile test results show that giving male-female chamfer angle and friction stress can increase the yield of tensile strength. The highest tensile strength value is obtained at the variation of the chamfer angle of 30 ° and the friction pressure of 2.757, which is 690.576 Mpa. While the lowest tensile strength value is obtained at the variation of the chamfer angle of 0 ° and the friction pressure of 1.757 Mpa, which is 549.739 Mpa. The results of the microstructure test showed that the male-female chamfer angle and friction pressure had an effect on the microstructure. At the variation of the chamfer angle of 30 ° and the friction pressure of 2.757 MPa, there is a small ferrite phase and a very large pearlite phase. Whereas at the variation of the chamfer angle of 0 ° and the friction pressure of 1.757 MPa, the ferrite and pearlite phases were found to be the same size.

Keywords: Chamfer Angle, Friction Pressure, Friction Welding, Microstructure, Tensile Strength.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri baja berkembang sangat pesat, hal ini ditunjukkan dengan permintaan dan penggunaan baja yang semakin meningkat setiap tahunnya, salah satu produk baja terbesar adalah produk baja *roll*. Semakin meningkatnya produksi baja *roll* tidak berbanding lurus dengan kualitas mesin *roll forming* yang menjadi instrumen penting dalam proses produksi. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya fenomena kegagalan dalam komponen mesin *as sink roll* sehingga menyebabkan kerugian. Poros *as sink roll* disambung menggunakan pengelasan SMAW sesuai dengan standar AWS A5.1 E7018-1 tetapi pada area lasan masih mengalami kegagalan. (Cahya Sutowo, 2014).

Pengelasan SMAW lebih tepat digunakan untuk penyambungan benda datar dan plat. Las SMAW tidak tepat untuk pengelasan benda pejal. Benda pejal lebih tepat menggunakan pengelasan gesek. Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan proses pengelasan yang menggunakan energi panas akibat dari gesekan dan gaya penekanan. Pengelasan gesek mempunyai parameter yang dapat menentukan kualitas hasil lasan. Diantara parameter-parameter tersebut adalah bentuk permukaan dan tekanan gesek.

Sudut *chamfer* merupakan sudut yang digunakan untuk menghilangkan sudut siku-siku pada benda kerja. Sudut *chamfer* dibagi menjadi sudut *chamfer male* dan sudut *chamfer female*, pada dasarnya sudut *chamfer male* dan *female* tersebut mempunyai kesamaan, perbedaannya terletak pada arah pembuatan *chamfer*, *chamfer male* arah pembubutan ke tepi benda kerja sehingga menghasilkan profil permukaan yang menonjol ke depan sedangkan *female chamfer* arah pembubutan mengarah ke tengah atau inti benda kerja sehingga menghasilkan profil permukaan yang menonjol ke dalam. Salah satu inovasi yang mulai dikembangkan pada proses *friction welding* saat ini adalah pemberian sudut *chamfer* pada permukaan benda kerja untuk meningkatkan temperatur pada saat melakukan pengelasan, temperatur yang semakin tinggi akan meningkatkan sifat mekanik hasil *friction welding*.

Diantara sudut *chamfer* yang biasa dipakai antara sudut 30°, 45°, 60°, sudut *chamfer* yang mempunyai luasan penampang pengelasan yang paling besar adalah sudut 30°. Pada penelitian ini variasi sudut yang dipakai adalah 30° dan 0° dengan panjang *chamfer* 2 mm. Sudut 30° dipakai karena mempunyai luasan permukaan lasan yang paling besar.

Tekanan gesek merupakan tekanan aksial pada benda kerja yang bergesekan dengan benda kerja lainnya. Tekanan gesek pada proses pengelasan gesek mempunyai pengaruh sangat besar terhadap kualitas hasil lasan dan sifat mekanik baja. Besar nilai tekanan gesek tidak

ditentukan batas minimal dan maksimalnya sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui berapa nilai yang terbaik untuk pengelasan pada parameter yang telah ditentukan sehingga dapat menghasilkan kualitas lasan yang baik.

Friction welding adalah proses pengelasan *solid-state* di mana panas untuk pengelasan dihasilkan oleh gerakan relatif dari dua permukaan yang bergesekan. Metode ini bergantung pada konversi langsung energi mekanik menjadi energi termal untuk membentuk lasan, tanpa aplikasi panas dari sumber lain. Dalam kondisi normal tidak ada leleh terjadi pada antarmuka. (J.W. Elmer dan D.D. Kautz, 1993). Pada proses *friction welding*, temperatur permukaan adalah faktor yang paling penting agar dapat menghasilkan kualitas hasil lasan yang baik. Meskipun temperatur permukaan tidak dapat dikendalikan dan diukur secara langsung, temperatur yang kurang ataupun temperatur yang berlebihan akan terlihat setelah dilakukan pemeriksaan dan pengamatan visual. (J.W. Elmer dan D.D. Kautz, 1993).

Uji tarik adalah pemberian beban tarik pada spesimen uji yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis suatu spesimen uji. Mekanisme pengujian tarik yaitu spesimen uji diberi beban secara kontinu beriringan dengan pengukuran pertambahan panjang pada spesimen. Sifat mekanik material berarti respon yang diberikan terhadap beban yang diterima, baik beban gaya, beban torsi, ataupun kombinasi keduanya.

Mikrostruktur adalah gambaran dari fasa - fasa pada logam yang dapat diamati menggunakan teknik metalografi. Struktur mikro logam dapat dilihat menggunakan mikroskop. Sebelum struktur mikro dilihat menggunakan mikroskop, permukaan logam harus melalui proses pembersihan, penghalusan dan pengikisan batas butir, proses ini dinamakan *etching* (Dieter, George E, 1986). Struktur mikro pada logam dapat menentukan sifat mekaniknya. Setiap logam yang berbeda mempunyai struktur mikro yang berbeda. Struktur mikro akan dapat dilihat dan dapat diketahui fasa yang akan didapat pada komposisi dan temperatur tertentu dengan menggunakan diagram fasa. (Amanto H, dan Daryanto, 1999).

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengelasan gesek (*friction welding*) pada baja karbon S45C, konsep pemikiran penelitian pengelasan gesek ini adalah penggabungan dua logam melalui gesekan mekanis. Proses pengelasan terjadi pada saat benda kerja yang tidak berputar dikontakkan dengan benda kerja berputar di bawah tekanan konstan atau meningkat secara bertahap, sampai kedua permukaan mencapai suhu pengelasan dan kemudian putaran dihentikan. Penelitian ini akan mengamati pengaruh sudut *chamfer* dan tekanan gesek (*Axial Force*) pada pengelasan gesek pada baja S45C terhadap kualitas sambungan las,

yang meliputi kekuatan tarik, dan struktur mikro pada hasil pengelasan gesek yang nantinya dari hasil penelitian tersebut dapat di aplikasikan dalam proses penyambungan *as sink roll* pada mesin *roll forming*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang berdasarkan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi suatu sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2016). Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2016).

Tempat dan Waktu Penelitian

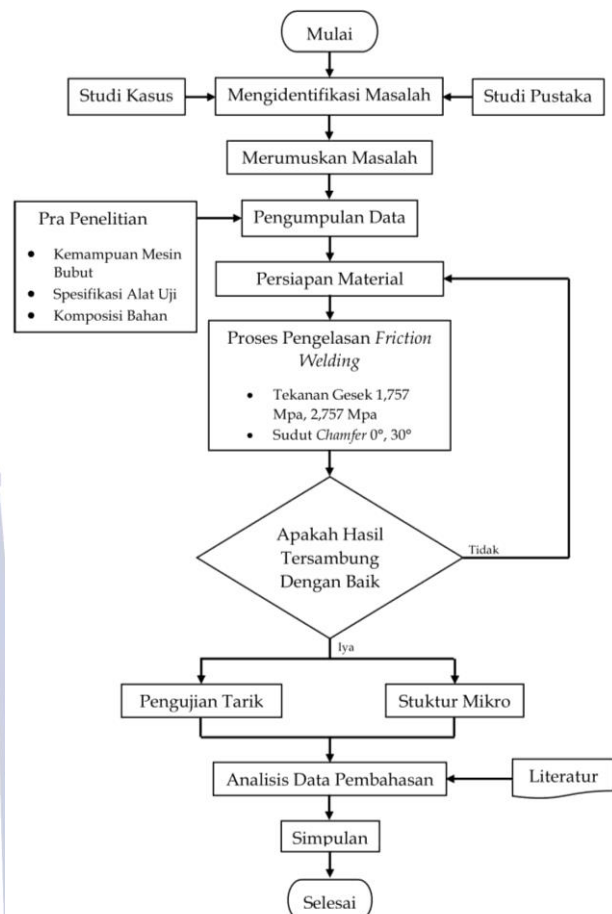
- Tempat Penelitian
Pembuatan spesimen dilaksanakan di laboratorium permesinan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya dan pengujian spesimen dilaksanakan di laboratorium bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.
- Waktu Penelitian
Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2020 – bulan Oktober 2020.

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
Variabel bebas pada penelitian ini adalah sudut *chamfer* dengan variasi sudut 0°, 30° dan tekanan gesek 1,757 Mpa, 2,757 Mpa.
- Variabel Terikat
Variabel terikat pada penelitian ini adalah kekuatan tarik dan struktur mikro
- Variabel Kontrol
Variabel kontrol pada penelitian ini adalah tekanan tempa 4 Mpa, Panjang *chamfer* 2 mm, Baja karbon S45C, Putaran 1800 Rpm, Durasi gesek 45 detik.

Rancangan Penelitian

Penelitian akan dilakukan secara bertahap seperti diagram alir dibawah ini:.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alat, Bahan dan Instrumen Penelitian

- Alat
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
 - Mesin Bubut CHIA GA
 - Mesin Hidrolik
 - Gergaji Besi
 - Kertas Amplas
 - Tang
 - Kunci Pas
 - Stopwatch
- Bahan
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
 - Baja Karbon S45C
- Instrumen
Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah:
 - Jangka Sorong
 - Alat Uji Tarik Tarno Grocky
 - Alat Uji Struktur Mikro VAHIGCY
 - Thermograf

Prosedur Penelitian

- Persiapan Penelitian
 - Persiapan alat
 - Persiapan Bahan
- Pembuatan Spesimen
 - Spesimen dengan profil permukaan *chamfer male* 30° dengan panjang 2 mm
 - Spesimen dengan profil permukaan *chamfer female* 30° dengan panjang 2 mm
 - Spesimen dengan profil permukaan *chamfer* 0°
- Pengelasan Gesek (*Friction Welding*)

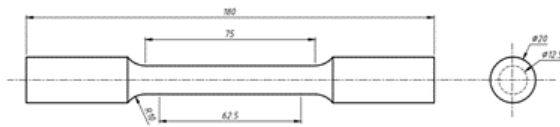
Proses *friction welding* dilakukan dengan parameter sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter *Friction Welding*

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	P1 (Tekanan gesek)	1,757	Mpa
2	P2 (Tekanan gesek)	2,757	Mpa
3	$\alpha 1$ (Sudut <i>chamfer</i>)	0°	Derajat
4	$\alpha 2$ (Sudut <i>chamfer</i>)	30°	Derajat
5	Panjang <i>chamfer</i>	2	Mm
6	Tekanan tempa	4	Mpa
7	Kecepatan putaran spindel	1800	Rpm
8	Durasi gesek	45	Detik

- Pengujian Tarik

Spesimen akan dibentuk sesuai dengan dimensi standar ASTM E8



Gambar 2. Standar ASTM E8

Proses pengujian tarik dilakukan dengan prosedur berikut ini:

- Periksa dan lakukan pengukuran pada spesimen
- Periksa alat uji tarik dan peralatan lain
- Pasang aksesoris alat uji tarik
- Pasang spesimen pada alat uji tarik
- Jepit bagian atas spesimen pada *top grid* kemudian jepit bagian bawah spesimen dan atur kedudukan *chuck* bagian bawah
- Hidupkan alat uji tarik
- Mulai pengujian tarik

- Catat dan amati titik *ultimate tensile strength* dan *elongation* pada tiap spesimen.

Pengujian Struktur Mikro

Proses pengujian struktur mikro dilakukan dengan prosedur pengujian sebagai berikut:

- Potong spesimen sesuai dengan spesimen uji struktur mikro
- Haluskan spesimen menggunakan kertas amplas dari grid 100 – 200
- Poles menggunakan autosol
- Lakukan etsa pada spesimen dengan menggunakan etsa nital 3%
- Cuci spesimen menggunakan air mengalir
- Letakkan spesimen pada mikroskop
- Amati struktur hingga pembesaran 500x
- Ambil gambar dan amati hasil pengujian

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif yang kemudian dianalisis menggunakan statistik. Metode yang digunakan adalah *one-way anova*.

Proses analisa dilakukan dengan melakukan uji normalitas untuk membuktikan bahwa data berdistribusi normal dan uji homogenitas untuk membuktikan bahwa data bersifat homogen. Data yang telah diuji normalitas dan uji homogenitas selanjutnya di uji menggunakan metode *one-way anova* untuk mengetahui apakah ada perbedaan antar spesimen yang telah divariasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil *Friction Welding*

Dari proses *friction welding*, data yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Data Hasil *Friction Welding*

Sudut <i>Chamfer</i>	Tekanan Gesek (Mpa)	Spesimen	Temperatur (°C)	<i>Upset</i> (mm)
0°	1,757	1.1	718	4,5
0°	1,757	1.2	705	4,4
0°	1,757	1.3	702	4,1
0°	2,757	2.1	761	4,9
0°	2,757	2.2	759	4,7
0°	2,757	2.3	773	4,8
30°	1,757	3.1	736	4,5
30°	1,757	3.2	739	4,7
30°	1,757	3.3	733	4,5
30°	2,757	4.1	770	5,3
30°	2,757	4.2	786	5,9
30°	2,757	4.3	783	5,8
0°	1,757	1.a	715	4,3

Sudut <i>Chamfer</i>	Tekanan Gesek (Mpa)	Spesimen	Temperatur (°C)	<i>Upset</i> (mm)
0°	2,757	2.a	765	4,9
30°	1,757	3.a	730	4,5
30°	2,757	4.a	771	5,4

- Hasil Pengujian Tarik

Dari pengujian tarik, data yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Nilai Hasil Uji Tarik

Sudut <i>Chamfer</i>	Tekanan Gesek (Mpa)	Spesimen	A ₀ (mm ²)	Uts (Mpa)	ε (%)
0°	1,757	1.1	122,65	567,087	12,08
0°	1,757	1.2	122,65	559,273	13,61
0°	1,757	1.3	122,65	549,739	10,76
Rata – rata				558,699	12,15
0°	2,757	2.1	122,65	645,493	19,54
0°	2,757	2.2	122,65	638,585	18,22
0°	2,757	2.3	122,65	636,932	16,03
Rata – rata				640,336	17,93
30°	1,757	3.1	122,65	613,506	16,25
30°	1,757	3.2	122,65	616,635	13,83
30°	1,757	3.3	122,65	598,591	13,17
Rata – rata				609,577	14,42
30°	2,757	4.1	122,65	674,715	22,83
30°	2,757	4.2	122,65	690,567	24,59
30°	2,757	4.3	122,65	679,007	24,15
Rata - rata				681,43	23,86

- Hasil Pengujian Struktur Mikro

Dari pengujian struktur mikro, data yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Foto Mikro Spesimen



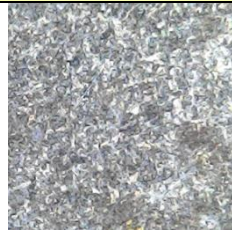

Foto Mikro	Spesimen
	Variasi sudut <i>chamfer</i> 0° dan tekana gesek 1,757 Mpa
	Variasi sudut <i>chamfer</i> 0° dan tekana gesek 2,757 Mpa

Foto Mikro	Spesimen
	Variasi sudut <i>chamfer</i> 30° dan tekana gesek 1,757 Mpa
	Variasi sudut <i>chamfer</i> 30° dan tekana gesek 2,757 Mpa

Pembahasan

- Uji Statistik

Data kekuatan tarik hasil pengujian dianalisa untuk mendapatkan jawaban dari hipotesa yang telah dirumuskan menggunakan metode anova tunggal (*One-way Anova*) dengan bantuan aplikasi SPSS 26.

Syarat menggunakan metode metode anova tunggal, data dari tiap varian harus berdistribusi normal dan homogen, maka dari itu perlu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas.

- Uji Normalitas

Uji normalitas berfungsi untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak.

Tabel 5. Uji Normalitas

Tests of Normality							
	Variasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai Kekuatan Tarik	0-1,757	,193	3	.	,997	3	,891
	0-2,757	,317	3	.	,888	3	,350
	30-1,757	,325	3	.	,876	3	,311
	30-2,757	,283	3	.	,935	3	,506

a. Lilliefors Significance Correction

Pada tabel hasil uji normalitas dapat diketahui nilai sig. lebih besar dari 0,05 sehingga data hasil uji tarik dinyatakan berdistribusi normal

- Uji Homogenitas

Uji homogenitas berfungsi untuk mengetahui apakah data homogen atau tidak.

Tabel 6. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances			
Nilai Kekuatan Tarik			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.653	3	8	.603

Pada tabel hasil uji homogenitas dapat diketahui nilai sig. lebih besar dari 0,05 sehingga data hasil uji tarik dinyatakan homogen

– Uji Anova

Analisa menggunakan metode anova tunggal harus mempunyai hipotesa terlebih dahulu sebelum menarik kesimpulan, hipotesa yang diajukan adalah:

Ho = Tidak terdapat pengaruh yang signifikan kekuatan tarik pada daerah pengelasan *friction welding* baja S45C dengan sudut *chamfer* 0° dan 30° dan tekanan gesek 1,757 Mpa dan 2,757 Mpa.

Ha = Terdapat pengaruh yang signifikan kekuatan tarik pada daerah pengelasan *friction welding* baja S45C dengan sudut *chamfer* 0° dan 30° dan tekanan gesek 1,757 Mpa dan 2,757 Mpa.

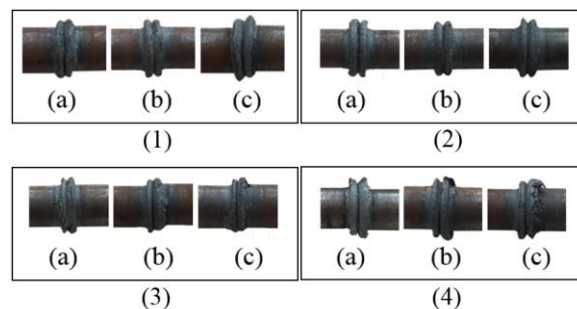
Tabel 7. Uji Anova

ANOVA					
Nilai Kekuatan Tarik					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24085,104	3	8028,368	125,299	,000
Within Groups	512,591	8	64,074		
Total	24597,694	11			

Pada tabel hasil uji anova dapat diketahui nilai F hitung adalah 125,299, sedangkan nilai F tabel adalah 4,07 sehingga nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel, maka dapat disimpulkan bahwa Ha diterima dan Ho ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan kekuatan tarik pada daerah pengelasan *friction welding* baja S45C dengan sudut *chamfer* 0° dan 30° dan tekanan gesek 1,757 Mpa dan 2,757 Mpa.

• Analisa Besar Upset Hasil Friction Welding

Proses *friction welding* selalu menghasilkan *upset* atau *flash* yang berbentuk seperti cincin. *Upset* tersebut merupakan hasil dari pengurangan panjang setelah pengelasan. Adanya tekanan gesek yang diberikan mengakibatkan sebagian volume bahan yang mengalami pemanasan akibat gesekan dan tekanan akan mengalami deformasi, sehingga terbentuknya *upset* pada proses *friction welding* sangat dipengaruhi tekanan gesek dan bentuk permukaan spesimen.



- (1) Gambar 3. (a) Spesimen 1.1, (b) Spesimen 1.2, (c) Spesimen 1.3
- (2) Gambar 4. (a) Spesimen 2.1, (b) Spesimen 2.2, (c) Spesimen 2.3
- (3) Gambar 5. (a) Spesimen 3.1, (b) Spesimen 3.2, (c) Spesimen 3.3
- (4) Gambar 6. (a) Spesimen 4.1, (b) Spesimen 4.2, (c) Spesimen 4.3

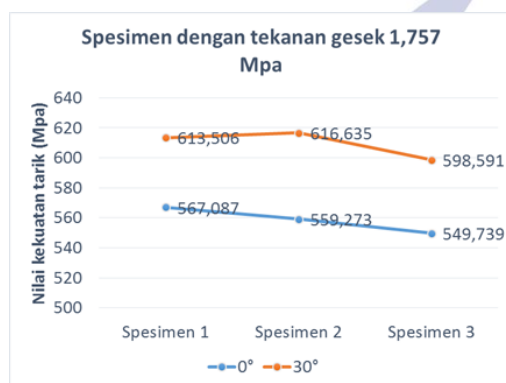
Gambar 3 dan gambar 5 merupakan spesimen dengan variasi sudut *chamfer* 0°, terlihat bahwa bentuk *upset* mempunyai bentuk yang sama besar antara spesimen *male* dan *female*, sedangkan pada gambar 4 dan gambar 6 yang merupakan variasi dari sudut *chamfer* 30°, terlihat bahwa bentuk *upset* mempunyai bentuk yang berbeda antara spesimen *male* dan *female*. Bentuk *upset* pada spesimen *female* lebih besar dari *upset* yang ada pada spesimen *male*. Hal ini disebabkan karena dorongan dari spesimen *male* yang mempunyai bentuk *chamfer* keluar sehingga volume dari spesimen *female* yang mempunyai bentuk *chamfer* kedalam akan lebih banyak terdeformasi sehingga spesimen *female* akan mempunyai *upset* yang lebih besar

• Pengaruh Sudut Chamfer dan Tekanan Gesek Terhadap Nilai Kekuatan Tarik

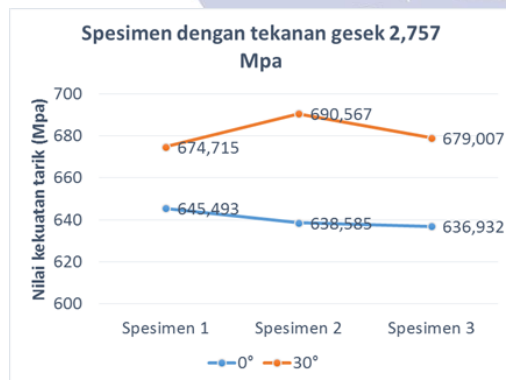
– Pengaruh sudut *chamfer* terhadap kekuatan tarik
Berdasarkan hasil pengujian, pemberian sudut *chamfer male – female* dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik pada spesimen. Pengaruh pemberian sudut *chamfer male – female* terhadap nilai kekuatan tarik dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 8. Pengaruh Sudut Chamfre Male - Female Terhadap Nilai Kekuatan Tarik

Spesimen dengan tekanan gesek 1,757 Mpa		
Spesimen	Sudut Chamfer 0°	Sudut Chamfer 30°
1	567,087	613,506
2	559,273	616,635
3	549,739	598,591
Spesimen dengan tekanan gesek 2,757 Mpa		
Spesimen	Sudut Chamfer 0°	Sudut Chamfer 30°
1	645,493	674,715
2	638,585	690,567
3	636,932	679,007



Gambar 7. Pengaruh Sudut *Chamfer* Terhadap Nilai Kekuatan Tarik Pada Tekanan Gesek 1,757 Mpa



Gambar 8. Pengaruh Sudut *Chamfer* Terhadap Nilai Kekuatan Tarik Pada Tekanan Gesek 2,757 Mpa

Pemberian sudut *chamfer* 30° pada proses *friction welding* mempengaruhi nilai kekuatan tarik pada spesimen. Nilai kekuatan tarik pada spesimen yang mempunyai sudut *chamfer* 30° mengalami peningkatan dibanding nilai kekuatan tarik pada spesimen dengan sudut *chamfer* 0°.

Spesimen yang mempunyai sudut *chamfer* 30° mempunyai luas permukaan yang lebih besar

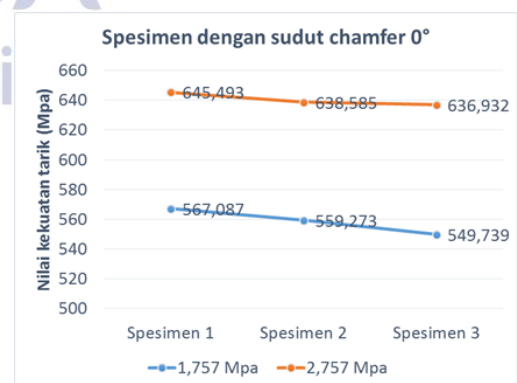
dibandingkan dengan spesimen yang mempunyai sudut *chamfer* 0°, luas permukaan yang lebih besar akan meningkatkan temperatur pada saat pengelasan karena semakin banyak permukaan yang bergesekan pada saat proses *friction welding*. Temperatur yang semakin tinggi akan meningkatkan kualitas hasil *friction welding*, karena *friction welding* didapatkan dari pemberian panas dan tekanan supaya terjadi difusi dan penggabungan.

Dari fenomena tersebut dapat diuraikan dan disimpulkan bahwa semakin besar luas penampang lasan yang diberikan pada *friction welding* maka akan semakin besar pula peningkatan nilai kekuatan tarik spesimen hasil pengelasan.

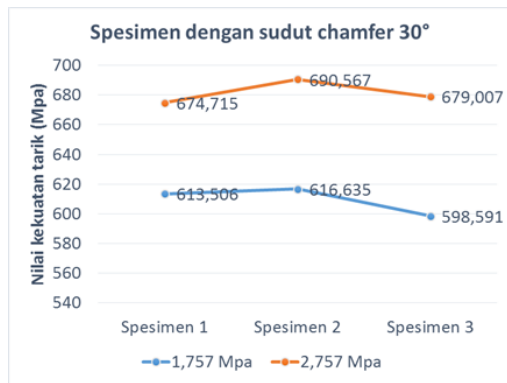
- Pengaruh tekanan gesek terhadap kekuatan tarik Berdasarkan hasil pengujian, besar tekanan gesek yang diberikan dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik pada spesimen. Pengaruh besar tekanan gesek terhadap kekuatan tarik dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 9. Pengaruh Besar Tekanan Gesek Terhadap Nilai Kekuatan Tarik

Spesimen dengan sudut chamfer 0°		
Spesimen	Tekanan Gesek 1,757 Mpa	Tekanan Gesek 2,757 Mpa
1	567,087	645,493
2	559,273	638,585
3	549,739	636,932
Spesimen dengan sudut chamfer 30°		
Spesimen	Tekanan Gesek 1,757 Mpa	Tekanan Gesek 2,757 Mpa
1	613,506	674,715
2	616,635	690,567
3	598,591	679,007



Gambar 9. Pengaruh Tekanan Gesek Terhadap Nilai Kekuatan Tarik Pada Sudut *Chamfer* 0°



Gambar 10. Pengaruh Tekanan Gesek Terhadap Nilai Kekuatan Tarik Pada Sudut *Chamfer* 30°

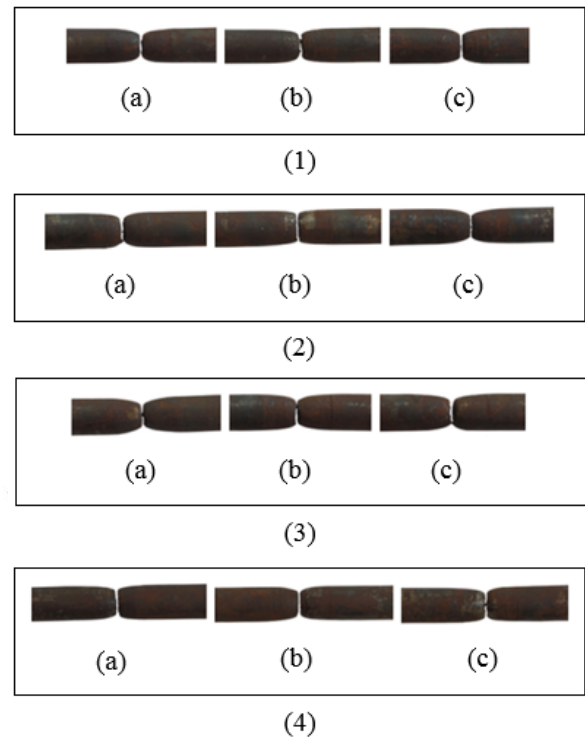
Tekanan gesek pada proses *friction welding* mempengaruhi nilai kekuatan tarik pada spesimen. Nilai kekuatan tarik pada spesimen yang diberi tekanan gesek 2,757 Mpa mengalami peningkatan dibanding nilai kekuatan tarik pada spesimen dengan tekanan gesek 1,757 Mpa.

Spesimen yang dengan variasi tekanan gesek 2,757 Mpa mempunyai gaya gesek yang lebih besar dibandingkan dengan spesimen variasi tekanan gesek 1,757 Mpa. Dengan gaya gesek yang semakin besar maka akan menimbulkan temperatur yang semakin tinggi. Temperatur yang semakin tinggi akan meningkatkan kualitas hasil *friction welding*, karena *friction welding* didapatkan dari pemberian panas dan tekanan supaya terjadi difusi dan penggabungan.

Dari fenomena tersebut dapat diuraikan dan disimpulkan bahwa semakin besar tekanan gesek yang diberikan pada *friction welding* maka akan semakin besar pula peningkatan nilai kekuatan tarik spesimen hasil pengelasan.

- Analisa Patahan Spesimen

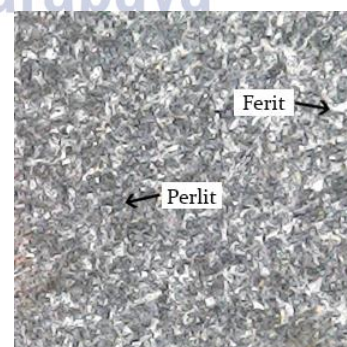
Bentuk patahan spesimen ditentukan dari kemampuan spesimen ketika mengalami deformasi plastis. spesimen yang mempunyai sifat ulet akan mempunyai daerah deformasi plastis yang luas, sedangkan spesimen yang mempunyai sifat getas hanya mempunyai sedikit daerah deformasi plastis atau sama sekali tidak mempunyai daerah deformasi plastis. Bentuk patahan pada semua spesimen adalah bentuk patahan ulet karena terdapat reduksi luas penampang dan warna patahan cenderung berwarna gelap, patahan terjadi pada daerah weld metal.



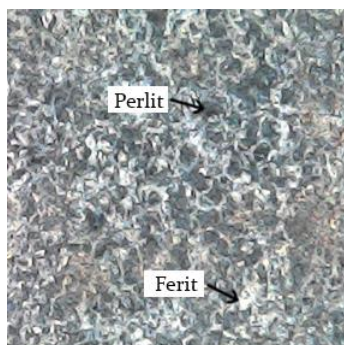
- (1) Gambar 11. (a) Spesimen 1.1, (b) Spesimen 1.2, (c) Spesimen 1.3
- (2) Gambar 12. (a) Spesimen 2.1, (b) Spesimen 2.2, (c) Spesimen 2.3
- (3) Gambar 13. (a) Spesimen 3.1, (b) Spesimen 3.2, (c) Spesimen 3.3
- (4) Gambar 14. (a) Spesimen 4.1, (b) Spesimen 4.2, (c) Spesimen 4.3

- Analisa Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk melihat struktur kristal pada spesimen hasil *friction welding*. Pada pengujian ditemukan struktur yang terbentuk pada spesimen adalah fasa ferit dan perlit. Fasa ferit bersifat lunak, lemah dan ulet, sedangkan fasa perlit bersifat keras, kuat dan ulet.



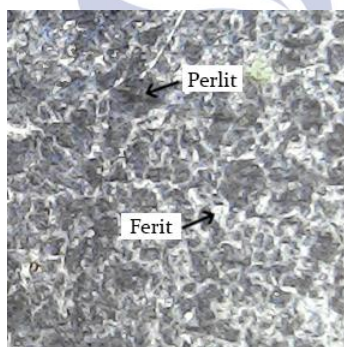
Gambar 15. Spesimen sudut *chamfer* 0° dan tekanan gesek 1,757 Mpa



Gambar 16. Spesimen sudut *chamfer* 0° dan tekanan gesek 2,757 Mpa



Gambar 17. Spesimen sudut *chamfer* 30° dan tekanan gesek 1,757 Mpa



Gambar 18. Spesimen sudut *chamfer* 30° dan tekanan gesek 2,757 Mpa

Pada saat proses pengelasan, baja akan mengalami transformasi austenit menjadi fasa perlit pada temperatur kurang lebih 723°, austenit akan mengalami pendinginan lambat melalui udara ke temperatur kamar sehingga terbentuk struktur ferit dan perlit.

pada gambar 15 dan 17 fasa ferit dan perlit terlihat seimbang sedangkan pada gambar 16 dan 18 fasa perlit terlihat lebih besar dan lebih mendominasi dari fasa ferit. Semakin besar temperatur yang dihasilkan pada saat pengelasan akan mengakibatkan waktu pendinginan semakin lama, sehingga atom karbon akan berdifusi lebih lama dan dapat menempuh jarak

yang lebih jauh sehingga fasa perlit akan terlihat lebih besar.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, pengaruh sudut *chamfer* 0° dan 30° dengan tekanan tempa 1,272 Mpa dan 2,272 Mpa pada *friction welding* maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Proses *friction welding* dengan pemberian sudut *chamfer* berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro. Dimana kekuatan tarik terbesar dihasilkan dari variasi sudut *chamfer* 30° dengan hasil kekuatan tarik sebesar 690,567 Mpa. Sedangkan hasil uji tarik terendah dihasilkan dari variasi sudut *chamfer* 0° dengan hasil kekuatan tarik sebesar 549,739 Mpa.
- Proses *friction welding* dengan pemberian sudut *chamfer* berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro. Dimana kekuatan tarik terbesar dihasilkan dari variasi sudut *chamfer* 30° dengan hasil kekuatan tarik sebesar 690,567 Mpa. Sedangkan hasil uji tarik terendah dihasilkan dari variasi sudut *chamfer* 0° dengan hasil kekuatan tarik sebesar 549,739 Mpa.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, pengaruh sudut *chamfer* 0° dan 30° dengan tekanan tempa 1,272 Mpa dan 2,272 Mpa pada *friction welding* maka diperoleh saran sebagai berikut:

- Diharapkan penelitian selanjutnya untuk meneliti besar *flash* hasil *friction welding* agar hasil dari proses *friction welding* menghasilkan *flash* yang kecil sehingga mengurangi pembuangan specimen.
- Diharapkan penelitian selanjutnya agar meneliti pengaruh sudut *chamfer male-male* pada *friction welding* terhadap kekuatan tarik baja karbon.
- Diperlukan lagi lebih banyak variasi untuk menentukan sudut *chamfer male-female* yang terbaik untuk proses *friction welding*.
- Diperlukan lagi lebih banyak penelitian untuk menentukan tekanan gesek yang terbaik untuk proses *friction welding* pada putaran 1800 Rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, H., dan Daryanto. 1999. Ilmu Bahan. Jakarta: Bumi Aksara.
- ASTM E8/E8M, *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. ASTM International, West Conshocken, PA, 2010

Cahya Sutowo dan Budi Priyono. 2014. *Analisa Kegagalan Pada Poros Baja Karbon S45C Aplikasi Komponen As Sink Roll*. TM. Volume 23, 1-5.

Dieter, George E. 1986. *Metallurgi Mekanik*. Edisi 3. Diterjemahkan oleh Sriati Djaprie. Jakarta: Erlangga.

Eko Budi Santoso, Yudy Surya Irawan, dan Endi Sutikno. 2012. Pengaruh Sudut *Chamfer* dan Gaya Tekan Akhir Terhadap Kekuatan Tarik dan Porositas Sambungan Las Gesek Pada Paduan Al-Mg-Si. *Rekayasa Mesin*, Vol.3, No.1, 293 – 298.

Hermawan Widi Laksono. 2013. Analisa Hasil Pengelasan Gesek Pada Sambungan Sama Jenis Baja St 60, 937 – 941.

Jack Carol Adolf Pah, Yudy Surya Irawan, dan Wahyono Suprpto. 2018. Pengaruh Waktu Dan Tekanan Gesek Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Paduan Aluminium Dan Baja Karbon Pada Pengelasan Gesek *Continuous Drive*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol.9, No.1, 51 – 59.

J.W. Elmer and D.D. Kautz, Lawrence Livermore *Fundamentals of Friction Welding National Laboratory, Welding, Brazing, and Soldering Was Published in 1983 As Vol.6 Of The ASM Handbook*

Kasijanto, Sadar Wahjudi, dan Listiono. 2018. Pengaruh Konfigurasi Sudut *Chamfer Male-Female* dan Lama Gesek terhadap Karakteristik Hasil Pengelasan dan Kekuatan Tarik Paduan Aluminium 6061. *Energi dan Teknologi Manufaktur*, Vol.1, No.2, 1 – 8.

Patilima, Hamid. 2007. *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Alfabeta.

Sugiyono, 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sumbodo Wirawan dkk. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.

